

SISTEMA CONSTRUCTIVO DE TECNOLOGIA INTERMEDIA COMO SOLUCION AL PROBLEMA DE VIVIENDA EN LAS AREAS MARGINALES Y SOCIOECONOMICAMENTE DEPRIMIDAS DE UNA CIUDAD

(CONSTRUCTIVE SYSTEM OF INTERMEDIATE TECHNOLOGY AS A SOLUTION
TO THE HOUSING PROBLEM IN THE MARGINAL AND SOCIOECONOMIC DEPRESSED
AREAS OF A TOWN)

Alberto Alva Mejia, Arquitecto

Departamento Técnico. Instituto de Tecnología Intermedia del Perú
LIMA - PERU

127-12

RESUMEN

El sistema constructivo de tecnología intermedia ofrece a la población la posibilidad de construir su vivienda bajo la modalidad de autoconstrucción por etapas.

Su meta es proyectar y construir, al menos, el 10 % de las viviendas demandadas en la actualidad en Lima con un plazo de 3 años, y apoyar la formación de talleres artesanales comunales.

El sistema consiste en la unión de varios elementos prefabricados como son viguetas, láminas y arcos de hormigón con fibras vegetales, tijerales de madera, etcétera.

SUMMARY

The constructive system of intermediate technology offers to the population the possibility to construct his dwelling by the way of autoconstruction in stages.

Its aim is to project and construct at least 10 % of the demands for housing in Lima, within a three years limit, and to support the creation of Communal Crafts Workshops.

The system is to join several prefabricated elements as girders, sheets and concrete arches with vegetal fibres, wooden roof frames, etc.

I. INTRODUCCION

Lima, al igual que ciudades capitales latinoamericanas que desarrollan roles centralistas, han originado que principalmente a ellas converjan los flujos migratorios del interior del país, generando problemas de planificación y desarrollo urbano, con la ocupación desmedida de tierras y sin la necesaria habilitación urbana. Esta visión general de nuestras ciudades, se ve acompañada entonces, a la demanda de servicios de infraestructura, de unidades de vivienda y otras facilidades comunales, requeridas por estos habitantes migrantes ubicados periféricamente en la ciudad.

En el caso de la Ciudad de Lima se les identifica como Pueblos Jóvenes (antes Barriadas) de los Conos Nortes, Centro y Sur, y representan el 30 por 100 de la población urbana de Lima Metropolitana, teniendo serios problemas para resolver la necesidad de vivienda (314.120 viv.) las cuales presentan las siguientes características según el material o estado de construcción:

a) Muros y Paredes

- 101.147 viviendas (32,2), tienen paredes de cartón, estera o madera.

- 151.720 viviendas (48,3 %), de ladrillo y cemento, en diferentes etapas de construcción.

- 61.253 viviendas (19,5 %), con paredes de adobe o quincha.

b) Techos

- 204.422 viviendas (65,1 %), carecen de techo, siendo sustituido por otros elementos de cobertura como estera, madera y cartón.

- 58.741 viviendas (18,7 %), tienen techos con planchas de eternit.

- Unicamente el 16,2 % restante, tienen losas aligeradas (50.887 viviendas).

* Ver anexos 1 y 2.

Gran parte de las viviendas provisionales se han convertido en permanentes (212.973 viv. 67,8 %), al emplear ladrillo y cemento, o adobe y quincha, en la construcción de sus paredes, habiéndose desarrollado la construcción por etapas, y por autoconstrucción, que consideramos, junto al econó-

ANEXO 1

ESTADO DE LA VIVIENDA EN PP.JJ.

1º Lima Metropolitana

TECHOS	%	Nº
Ladrillo y Cemento	16.2	50,667
Calamina de Eternit	18.7	58,741
Estera, Cartón Madera, etc.	65.1	204,422
TOTAL	100 %	314,120

PAREDES	%	Nº
Ladrillo y Cemento	48.3	151,720
Adobe	19.5	61,253
Estera, Cartón Madera, etc.	32.2	101,147
TOTAL	100 %	314,120

2º Por Zonas

TECHOS	NORTE	SUR	ESTE	OESTE
Ladrillo y Cemento	24.0	10.8	19.7	10.2
Calamina de Eternit	17.4	34.9	13.3	9.2
Estera, Cartón Madera, etc.	58.6	54.3	67.0	80.6
TOTAL	100 %	100 %	100 %	100 %

PAREDES	NORTE	SUR	ESTE	OESTE
Ladrillo y Cemento	64.5	47.1	48.4	33.1
Adobe	7.4	16.36	34.0	20.4
Estera, Cartón Madera, etc.	28.1	36.5	17.6	46.5
TOTAL	100 %	100 %	100 %	100 %

ANEXO 2

ESTADO DE LA VIVIENDA EN PP.JJ.

PAREDES	OESTE	ESTE	NORTE	SUR
Cemento	35.1 %	48.4 %	64.5 %	47.1 %
Adobe Tapia	19.3 %	31.6 %	6.6 %	14.4 %
Madera	32.3 %	4.8 %	4.8 %	6.0 %
Estera y Cartón	19.5 %	12.4 %	22.7 %	29.8 %
Quincha y Barro	1.1 %	2.4 %	0.8 %	1.9 %
Calamina	1.6 %		0.1 %	
Otros	0.1 %	0.4 %	0.5 %	0.8 %

TECHOS	OESTE	ESTE	NORTE	SUR
Estera y Cartón	44.2 %	45.6 %	47.2 %	43.5 %
Madera	33.7 %	15.4 %	8.5 %	6.5 %
Cemento	10.2 %	19.7 %	24.0 %	10.8 %
Eternit Calamina	9.2 %	13.3 %	17.4 %	34.9 %
Quincha + Barro	2.7 %	3.4 %	2.3 %	3.2 %
Otros		0.6 %	0.6 %	1.1 %

FUENTE: MINISTERIO DE VIVIENDA

mico, factores determinantes para proponer cualquier sistema constructivo dirigido especialmente a poblaciones económicamente afectadas.

Los problemas de servicios requeridos por estas poblaciones son deficientes y en gran cantidad inexistentes, problema que se agravará, en la medida que el crecimiento urbano se mantenga en sentido horizontal. Una solución adecuada sería el crecimiento vertical, que se perfila tan sólo si se desarrolla una tecnología apropiada, acorde a nuestra capacidad económica, y que pueda proyectarse utilizando los recursos propios de la población, con la modalidad de autoconstrucción y por etapas, de acuerdo a la tradición ancestral, tanto para la edificación de viviendas como facilidades comunales y servicios.

II. OBJETIVOS

Introducir el Sistema de Construcción con Tecnología Apropiada, que ofrece al poblador, la posibilidad de construcción de su vivienda bajo la modalidad de autoconstrucción y por etapas.

Establecer el Sistema de Construcción como respuesta permanente y continua al problema de viviendas en Areas Marginales, y a su vez pueda aplicarse en el contexto de otros proyectos a nivel urbano y rural.

III. METAS

Proyectar y construir cuanto menos un 10 % de las viviendas requeridas en la actualidad, al cabo de tres años.

Apoyar la formación de Talleres Artesanales Comunales, productores de elementos prefabricados del Sistema de Tecnología Apropiada, para satisfacer la demanda requerida en la construcción de viviendas y facilidades comunales.

IV. PROPUESTA

A. DESCRIPCION DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO DE TECNOLOGIA INTERMEDIA

El sistema de Tecnología Intermedia se aplica principalmente a la construcción de paredes y techos, bajo la modalidad de autoconstrucción:

a) Muros de Cerramiento y Divisorios

1. Descripción

El sistema propone la utilización de ladrillos crudos (no horneados) tipo adobe, de 24 cm x 15 cm x 10 cm, similares al ladrillo corriente.

El mortero a utilizar, para asentar los ladrillos es de barro de igual calidad.

El acabado del muro, se efectúa aplicando una película de cola diluida en agua previo a efectuar el enfoscado o acabado con cemento. Esta película de cola impide que el ladrillo se desarcille, así como adecúa su resistencia a la humedad.

El sistema es aplicable a los métodos del sistema aporticado de hormigón armado, como cerramiento o muro interior de división.

Es importante señalar que se requiere la utilización de mochetas, como en el adobe tradicional.

2. Componentes

Arcilla, arena, fina de grano áspero, y agua, limpia.

b) Techos

1. Descripción

El sistema ha desarrollado dos tipos de techado, acorde a las características de las viviendas, en ambos casos se trata de planchas prefabricadas de cemento con fibra natural (yute, henequén, estopa de coco, etcétera) que vuelven a la mezcla cohesiva durante su estado húmedo y permiten un mínimo espesor, utilizando técnicas de repelo bien conocidas, y fragua o curado.

Techo Tipo N.º 1

Consiste en un techo no portante, con planchas corrugadas, tipo eternit, cuyos apoyos están distanciados cada 80 centímetros.

El sistema ofrece condiciones de resistencia y habitabilidad adecuada, así como economía. Su construcción es aplicable tanto a la fabricación individual como a la producción en gran escala.

Los apoyos propuestos son viguetas de madera cepillada de 3" x 1", o de madera de eucalipto al natural de 2" de diámetro.

Estos apoyos (viguetas de madera) se apoyarán directamente a los muros, o podrán asentarse en tijerales de madera similar, cuyas uniones se refuerzan con platinas de latón galvanizado y clavos de 1".

Para este techo a dos aguas, se debe fabricar cumbreras de igual manera como el caso de las planchas, pero utilizando un tercio de materiales (ver ficha técnica).

Techo Tipo N.º 2

Este techo consiste en una forma de losa nervada de hormigón armado de 35 cm de peralte y cuyas nervaduras están distanciadas un metro a ejes, y el encofrado o relleno tradicional, ha sido reemplazado por láminas en forma de arco, de cemento con fibra. Ofrece condiciones de resistencia adecuada así como economía y belleza de líneas. Igualmente su construcción se puede desarrollar a gran escala o de forma individual por autoconstrucción.

El sistema es aplicable para el techado de estructuras aporticadas y/o muros de albañilería portante.

La armadura de las viguetas es celosía de acero, de sección triangular y 24 cm de peralte, a la que se añade una base de hormigón de 10 cm de espesor, y soportará las planchas de arco. Las viguetas se apoyan directamente en los muros y/o vigas, pueden funcionar simplemente apoyadas o empotradas.

Las planchas de arco son el encofrado perdido del techo y su forma responde a un cicloide o trocoide.

La losa superior de piso o techo es de 5 cm de espesor de hormigón reforzado con una malla de acero de temperatura.

* Ver anexos 3 y 4.

2. Especificaciones Técnicas

2.1. Planchas de Fibrocemento

2.1.1. Materiales

Cemento Portland tipo 1 Normal, Arena fina de grano áspero, libre de sustancias orgánicas, arcilla, sedimentos y sal.

Fibra Natural, yute, fibra de maguey, fibra de hoja o corteza de plátano, henequén, pelo animal, o fibra de vidrio. Agua, libre de sustancias perjudiciales.

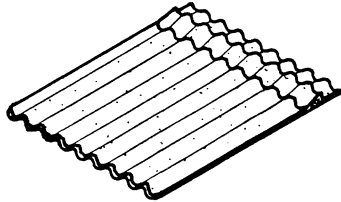
2.1.2. Proporciones de la Mezcla y Dimensión. Ver ficha técnica, componente y características de las planchas.

ANEXO 3

DESCRIPCION: **PLANCHA CORRUGADA**

COMPONENTES	
CEMENTO	10 Kg.
ARENA	14 Kg.
YUTE (PICADO 1/2")	200 Gr.
AGUA	± 5 Lts.

CARACTERISTICAS		
LARGO	TOTAL	1.000
ANCHO	TOTAL	0.850
ESPEJOR	0.010	
COSTO	\$ 1.00 U.S.A. \$ 4.000 soles	

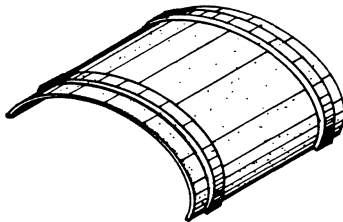
ISOMETRIA	
	
PESO	32 Kg.

FICHA TECNICA TECHO TIPO N.º 1

DESCRIPCION: **PLANCHA DE ARCO**

COMPONENTES	
CEMENTO	14 Kg.
ARENA	14 Kg.
YUTE PICADO	250 Gr.
AGUA	± 5 Lts.

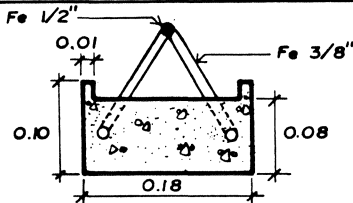
CARACTERISTICAS	
LARGO	1.000
ANCHO	0.860
ESPEJOR	0.012
COSTO	\$ 1.03 U.S.A. \$ 4.120 soles

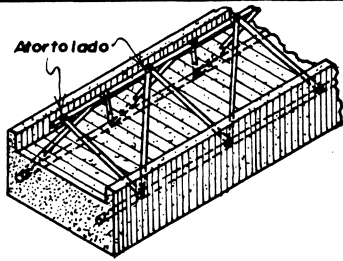
ISOMETRIA	
	
PESO	32 Kg.

FICHA TECNICA TECHO TIPO N.º 2

DESCRIPCION: **VIGUETA DE
TECNOLOGIA INTERMEDIA**

COMPONENTES	
CEMENTO	
ARENA GRUESA	
PIEDRA CHANCADA 1/2"	
FIERRO 3/8" y 1/2"	
PROPORCION	1 : 2 : 3

CARACTERISTICAS	
	
LARGO	segun ambiente MAX. 5.000
COSTO	\$ 3.30 x m.ln. \$ 5.200 x m.ln.

ISOMETRIA	
	
PESO	200 Kg x m. lineal

ANEXO 4

COMPARACION DE COSTOS

(15 de Agosto de 1984)

MUROS DE CERRAMIENTO (m²)		
MODELO	AUTOCONSTRUCCION	MANO DE OBRA CONTRATADA
SISTEMA CONVENCIONAL	\$ 15,080 soles \$ 3.77 U.S.A.	\$ 26,000 soles \$ 6.50 U.S.A.
TECNOLOGIA INTERMEDIA	\$ 10,240 soles \$ 2.40 U.S.A.	\$ 21,120 soles \$ 5.28 U.S.A.
AHORRO	32.09 %	18.77 %

TECHOS INCLINADOS NO PORTANTES (m²)		
MODELO	AUTOCONSTRUCCION	MANO DE OBRA CONTRATADA
SISTEMA CONVENCIONAL (Eternit-Calamina)	\$ 18,680 soles \$ 4.67 U.S.A.	\$ 20,680 soles \$ 5.17 U.S.A.
TECNOLOGIA INTERMEDIA	\$ 4,000 soles \$ 1.00 U.S.A.	\$ 6,800 soles \$ 1.71 U.S.A.
AHORRO	78.59 %	66.92 %

TECHOS PORTANTES (m²)		
MODELO	AUTOCONSTRUCCION	MANO DE OBRA CONTRATADA
SISTEMA CONVENCIONAL	\$ 39,600 soles \$ 9.09 U.S.A.	\$ 50,440 soles \$ 12.61 U.S.A.
TECNOLOGIA INTERMEDIA	LOSA SIN VACEAR	\$ 18,400 soles \$ 4.60 U.S.A.
	LOSA VACEADA	\$ 24,040 soles \$ 6.01 U.S.A.
		\$ 30,720 soles \$ 7.68 U.S.A.
		\$ 32,520 soles \$ 8.13 U.S.A.
AHORRO (Techo con losa)	39.29 %	35.45 %

2.1.3. Resistencia

Las pruebas realizadas para las planchas de arco, señalan que cada lámina soporta una carga vertical mínima de 250 kg y cuando se construye sobre ella una losa, su capacidad se incrementa más allá de los 800 kg.

En el caso de la plancha corrugada, soporta una sobrecarga máxima de 480 kg.

2.2. Viguetas Prefabricadas

2.2.1. Materiales

Cemento Portland tipo 1 Normal. Agregados libres de

sustancias orgánicas, arcilla, sedimentos y sal. Tamaño máximo «1».

Acero estructural corrugado

Agua, limpia, libre de sustancias perjudiciales.

2.2.2. Características Mecánicas de los Materiales

Hormigón: $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$

Acero: $f_y = 4.200 \text{ Kg/cm}^2$

2.2.3. Estructura Interna de la Vigüeta

Vigüeta de celosía de acero, de sección triangular, con una base de hormigón de sección rectangular. La resistencia de la vigüeta a las cargas que sobre ella actúan está dada por la resistencia de las bridas superior e inferior.

* Ver fotos 1, 2 y 3.

B. PROCESO DE FABRICACION, CURADO Y ALMACENAJE

1. Para las Planchas Corrugadas y/o Arco

- Mezcla de los materiales en las proporciones indicadas.
- Colocación de la mezcla sobre un tablero con bastidor de 1 m X 1 m, formando una lámina de espesor de 10 milímetros (plancha corrugada) o de 12 milímetros (planchas de arco).
- Inclinando el tablero, la lámina resbala a un molde (corrugado Techo Tipo

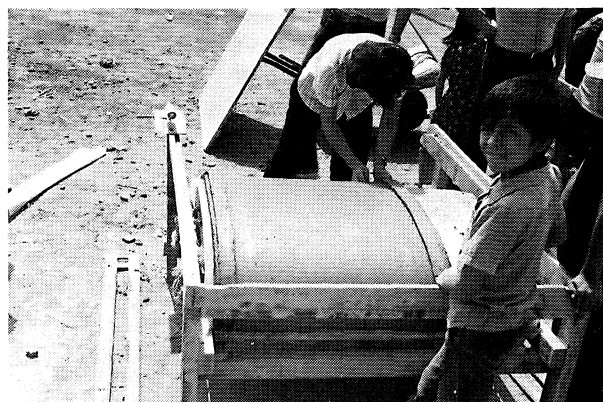


Foto 1.—Capacitación comunal
Capacitación de Población de áreas marginales, Pueblos Jóvenes,
P. J. Villa María del Perpetuo Socorro (señora fabricando plancha de arco).

N.º 1) o abovedado (de arco Techo Tipo N.º 2) adquiriendo la forma deseada. Indicar fecha de fábrica.

- d) La lámina moldeada se somete a la primera curación de 24 horas.
- e) Desprendiendo la lámina del molde, se somete a la segunda etapa de curado por dos semanas.



Foto 2.—Capacitación comunal
Planchas de arco fabricadas y almacenadas en P. J. Villa María.

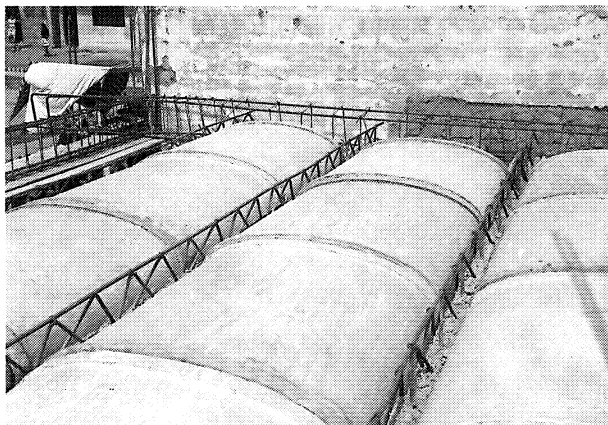


Foto 3.—Techo portante con planchas de arco
Losa lista para vaciar hormigón (1.ª etapa). Planchas de arco descansan sobre viguetas prefabricadas.



Foto 4.—Plancha corrugada.

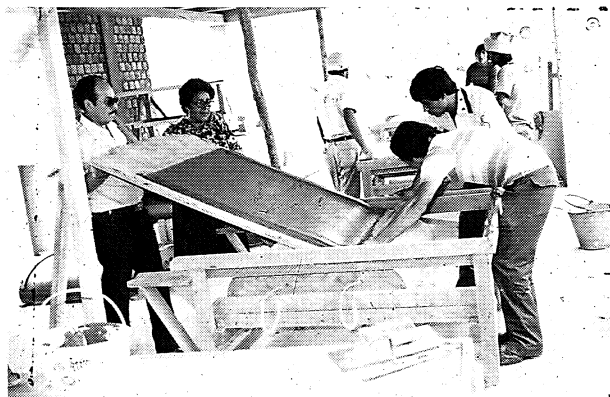


Foto 5.—Plancha de arco
Mezcla de FRC deslizándose sobre molde en la mesa de trabajo.

- f) Pasado el curado se verifica la calidad de las planchas, y se somete a la prueba de carga vertical.
- g) Las seleccionadas se almacenan verticalmente hasta su utilización.
- * Ver fotos 4, 5, 6 y esquema.

2. Para las Viguetas Prefabricadas.

- a) Armado de canastilla o celosía de acero, de sección triangular con refuerzo transversal atortolado a los hierros longitudinales.
- b) Construcción de la base longitudinal de la vigueta con hormigón f'c: 175 kilogramos/cm². Ubicar cajas de paso para puntos de luz.
- c) Curado de la base de hormigón durante 7 días manteniéndola húmeda a partir de las 12 horas del vaciado.
- d) Almacenaje de las viguetas ya curadas con la base apoyada sobre superficie plana.

C. PROCESO Y SECUENCIA CONSTRUCTIVA

El proceso constructivo de una edificación con el Sistema de Tecnología Intermedia, se ajusta a las siguientes etapas constructivas:

- 1) Construcción de cimientos y sobrecimientos construcción tradicional.
- 2) Construcción de columnas estructurales construcción tradicional más encofrado tipo T.I.
- 3) Fabricación de ladrillos crudos, construcción tradicional, con la posibilidad de adquirirlos en caso de no tener arcilla.

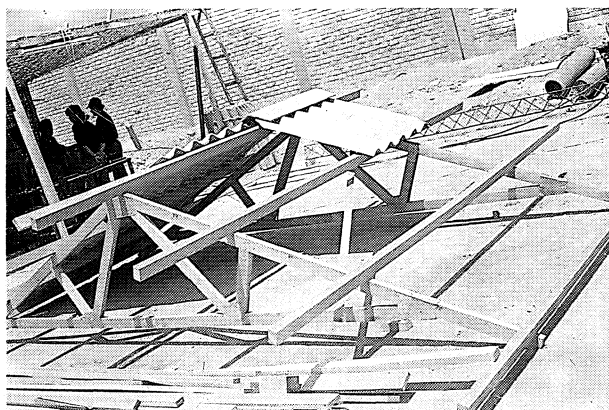


Foto 6.—Planchas corrugadas
Maqueta de techo con planchas corrugadas y armazón de madera cepillada (tijerales).

- 4) Construcción de muros de cerramiento, considerar mochetas para mayor estabilidad.
- 5) Aplicación de cola diluida, y si fuera el caso enfoscado.
- 6) Fabricación de planchas de Fibrocemento. Ver punto B-1.
- 7) En caso de Techo Tipo N.º 1. Colocación de apoyos de madera. Montaje de planchas corrugadas. Asegurar planchas a los apoyos.
- 8) En caso de Techo Tipo N.º 2. Elaboración de Viguetas Prefabricadas. Ver punto B-2.
- 9) La fabricación de Planchas y Viguetas pueden ser ejecutadas simultáneamente.
- 10) Montaje de Viguetas prefabricadas sobre la estructura portante correspondiente (muros y/o vigas, o base de vigas y encofrado).
- 11) Montaje de planchas de Arco, apoyándolos en las bases de las viguetas. Aplicar mezcla en la unión de planchas. Final primera etapa de construcción de techo.
- 12) Montaje de los conductos eléctricos (conexión con los puntos de luz ubicados en las viguetas) así como los conductos sanitarios que irán empotrados en techo.
- 13) Vaciado de mezcla sobre viguetas. Segunda etapa de construcción de techo.
- 14) Vaciado de la losa del techo y curado.
Losa similar al del sistema convencional
Hormigón: $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$
Acero: $f_y = 4.200 \text{ Kg/cm}^2$
Losa de 5 cm de espesor, vaciada in situ sobre las planchas de arco y viguetas.

* Ver fotos 7, 8 y esquema.

TIPO N.º 1

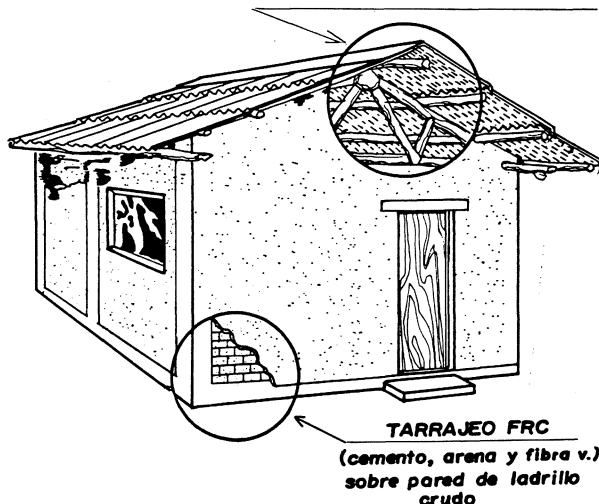
TECHO DE PLANCHAS CORRUGADAS

COSTO DE TECHO POR M²

₡ 20,000 soles - \$ 5.00 U.S.A.
(Incluye madera)

TIJERALES

Armazones hechos de madera cepillada o palos de eucalipto. Las uniones son reforzadas por placas metálicas. (Láminas galvanizadas).



V. VENTAJAS

Además de las ventajas económicas señaladas en los cuadros siguientes, tenemos:

- Las láminas o planchas tienen más resistencia al impacto que las de asbesto, tienen igual durabilidad y son manipulables más fácilmente.
- Las fibras utilizadas en la fabricación de planchas no presentan los peligros a la salud como el asbesto.
- Para las planchas corrugadas se requiere una estructura de madera más liviana, que la requerida para el enteado.
- Las planchas tienen mejor comportamiento frente a las condiciones climáticas (calor, humedad, precipitaciones, etc.), y su funcionamiento acústico es más adecuado que otras planchas similares.
- Las paredes de ladrillo sin cocer son de igual durabilidad y calidad, y con apariencia similar a la construcción convencional, siendo mucho más barato que con ladrillo cocido.
- El Sistema de Tecnología Intermedia con planchas de arco es posible desarrollarlo por etapas y permite la construcción de una sobrelosa como el aligerado convencional, ofreciendo condiciones y resistencias adecuadas (4,5 toneladas por metro cuadrado). Su construcción

no requiere de equipos especiales ni encofrado.

- Todos los elementos pueden ser elaborados por el poblador (AUTOCONSTRUCCION).



Foto 7.—Módulos tipos
Módulos tipos contruidos con ladrillo crudo y techados con planchas corrugadas.

Nota: Toda Información Remitirla a: CANTUARIAS
344 - Lima 18 Perú

Foto 8.—Techo portante
Techo portante con planchas de arco, acabado final vista interior.

